

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ВЛИЯЮЩИХ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ РЕКИ ЧУЛЫМ (С. ПЕРВОМАЙСКОЕ, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ю. А. Моисеева, М. В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Томск, Россия

E-mail: julchiky@mail.ru

С помощью статистического анализа проведены исследования временных изменений метеорологических условий в долине реки Чулым в пределах Томской области. Сделан вывод о величине и направленности выявленных изменений.

Ключевые слова: русловые деформации, статистический анализ, однородность, случайность, тренд, метеорологические параметры.

На сегодняшний день, в связи с усилившимися процессами глобального изменения и увеличения экстремальности климата, утверждение о стационарности многолетних колебаний гидрометеорологических величин поставлено под сомнение. Резкие изменения климата и последующего изменения гидрологических характеристик привели в ряде крупных регионов к существенным изменениям водного режима рек, усилении негативного воздействия вод, связанных с процессами береговой эрозии, овраго- и оползнеобразования, заболачивания, подверженностью затопления приречных территорий. Горизонтальные деформации речных русел сопровождаются размывом значительных площадей, а также разрушением населённых пунктов, стоящих на берегах рек, что говорит о важности их практического изучения [2].

Наибольшую активность гравитационно-эрозионные процессы в Томской области проявляются в долине реки Чулым в сс. Первомайское, Зырянское, п. Комсомольск, где значения средней скорости переработки берегов по данным [2] составляют около 2,5-5 м/год, достигая на отдельных участках 10 м/год. Деформация русла р. Чулым в пределах территории Томской области вызвана, с одной стороны, особенностями руслового процесса р. Чулым, литологией берега, сложенного преимущественно легкоразмываемыми песчаными отложениями [4]. Кроме того, важными факторами являются метеорологические и гидрологические условия характерные для данной территории, а именно избыточное увлажнение, сказывающееся на переувлажнении горных пород, значительные скорости ветра в вегетационный период и резкие колебания температур в переходные сезоны года.

В данной работе с помощью статистического анализа исследованы временные изменения метеорологических величин, влияющих на интенсивность русловых деформаций. Материалами послужили специализированные массивы месячных данных [3] температуры воздуха, температуры почвогрунтов (на глубинах 20, 40, 80 и 160 см), скорости

ветра, атмосферного давления, количества атмосферных осадков и упругости водяного пара за период с 1965 по 2013 гг. метеостанции с. Первомайское. Все ряды данных были проверены на однородность с помощью теста Аббе [5], на случайность с помощью критерия Питмена, а проверка на наличие тренда производилась с помощью критерия инверсий [1] на уровне значимости $\alpha = 0,05$.

На первом этапе исследования каждый ряд был проверен на однородность (т. е. принадлежность всех членов ряда одной генеральной совокупности). Из-за нарушения однородности ряда возникает ряд недоразумений и ошибочных выводов при исследованиях временного хода. Особое значение вопрос однородности рядов приобретает при исследованиях характеристик метеорологических величин, в которых выводы о направлении существующих изменений приходится делать на основании сравнительно небольшого временного хода. Как известно, в метеорологических рядах различают климатологическую и статистическую неоднородность. Причем если появление климатологической неоднородности зависит от человеческого фактора (ошибки методического характера), то статистическая неоднородность вызвана естественными причинами. Колебания же уровня ряда, происходящие под влиянием этих причин, неотличимы друг от друга, поэтому выводы о направлении изменения величины на основании изучения ряда, имеющего климатологическую неоднородность, будут неправомерными.

При исследовании однородности рядов выявлено, что однородными являются ряды данных для атмосферного давления, температуры почвогрунтов и количества атмосферных осадков.

Ряды данных о средней скорости ветра (рис. 1) содержат климатологическую неоднородность, так как вокруг метеоплощадки на незначительном расстоянии за исследуемый период выросли несколько рядов высоких деревьев, что может сильно повлиять на полученные данные, снизив значения скорости.

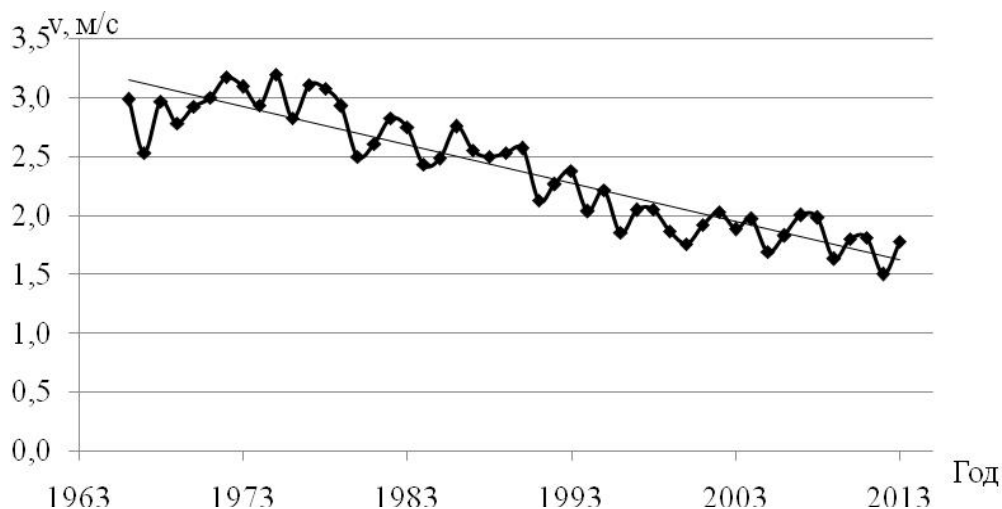


Рис. 1. Пример климатологической неоднородности ряда среднегодовой скорости ветра, период 1965–2013 гг.

Статистически неоднородными являются ряды данных температуры воздуха и упругости водяного пара, следовательно, эти характеристики изменяются от некоторого периода лет к другому периоду лишь в соответствии с естественной изменчивостью макропроцессов, оказывающих влияние на погоду и климат данного района. Обнаруженная неоднородность в рядах наблюдений может быть следствием наличия в рядах наблюдений

цикличности или тренда, который представляет собой общую линейную или нелинейную компоненту, которая может изменяться во времени.

На следующем этапе работы проведены исследования временных рядов для выявления изменений среднего уровня значений (тренда) с помощью критерия инверсий. Тренды обнаружены для рядов среднегодовых данных температуры воздуха (рис. 2), а также для ее среднемесячных значений в феврале, марте, мае, октябре.

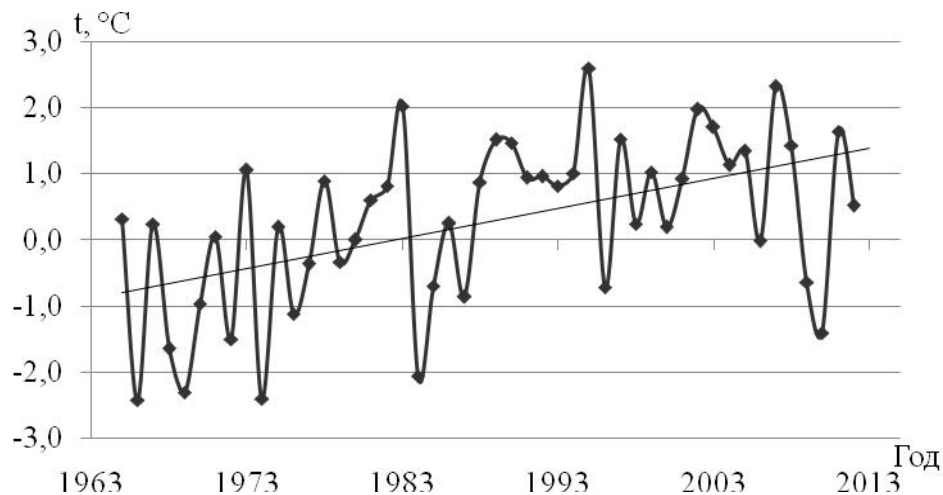


Рис. 2. Временной ход среднегодовой температуры воздуха с линейным трендом, период 1965–2013 гг.

Для рядов упругости водяного пара для всех времен года, кроме зимнего выявлен положительный тренд (рис. 3), для рядов температуры почвогрунтов на глубинах 20, 40 и 80 см в основном в летнее время года, а на глубине 160 см в теплое и переходные времена года (рис. 4).

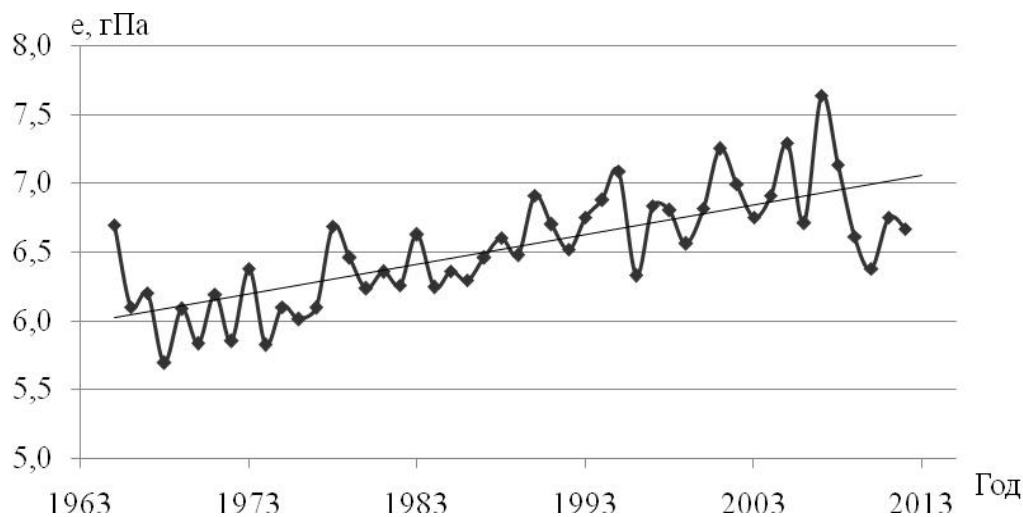


Рис. 3. Динамика изменений среднегодового парциального давления водяного пара, период 1965–2013 гг.

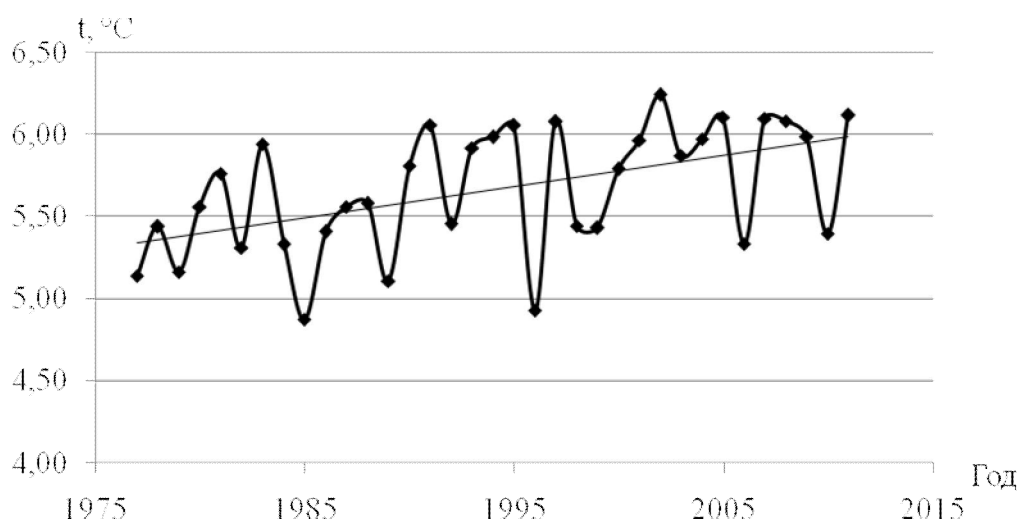


Рис. 4. Временной ход среднегодовой температуры почвогрунтов на глубине 160 см с линейным трендом, период 1977–2011 гг.

Для временных рядов среднегодовых и среднемесячных значений атмосферного давления тренд статистически не доказан.

Положительный тренд временного ряда количества атмосферных осадков выявлен только в декабре месяце, для среднемесячных значений в оставшиеся месяцы и среднегодовых тренд статистически не доказан.

Проверка гипотезы случайности рассматриваемых рядов метеорологических величин проводилась с помощью критерия Питмена. Сущность проверки заключается в том, чтобы выяснить, является ли изменение данной величины случайным или закономерным. Для этого используются критерии, основанные на сравнении свойств исследуемого процесса со свойствами последовательности, в которой тренд заведомо отсутствует. В результате подтверждены полученные ранее с помощью критерия инверсий (на уровне значимости $\alpha = 0,05$) результаты об отсутствии или наличии трендов для всех рядов метеорологических величин.

В результате статистического анализа временных рядов за 1965–2013 гг. выявлено повышение среднегодовой температуры воздуха на $2,13^{\circ}\text{C}$, увеличение среднегодовых значений упругости водяного пара на 1 гПа, а также повышение среднегодовой температуры почвогрунтов на глубине 160 см на $0,8^{\circ}\text{C}$, что может вызвать изменение интенсивности русловых деформаций на р. Чулым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бендат, Дж. Прикладной анализ случайных данных / Дж. Бендат, А. Пирсол. Мн. : Мир, 1989. 546 с. (С. 108–109).
2. Лыготин, В. А. Природные факторы развития береговой эрозии на реках Томской области / В. А. Лыготин, А. О. Крутовский // Вестн. Том. гос. ун-та. 2001. № 274. С. 108–113.
3. Российский гидрометеорологический портал [Электронный ресурс]: официальный сайт / <http://meteo.ru>.
4. Состояние геологической среды (недр) на территории Сибирского федерального округа в 2012 г. Информационный бюллетень / ОАО «Томскгеомониторинг» под ред. В. А. Лыгодина. Томск : ОАО «Стандарт», 2013. В. 9. 184 с.
5. Rapp, J. Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends in Deutschland 1891–1990 / J. Rapp, Ch.-D. Schönwiese // Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten: Serie B Meteorologie und Geophysik. Frankfurt, 1996. Band 5. S. 255.